

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2003-324801

(P2003-324801A)

(43)公開日 平成15年11月14日 (2003.11.14)

(51)Int.Cl'
B 60 L 3/00
11/18
B 60 R 16/02

識別記号
6 2 0

F I
B 60 L 3/00
11/18
B 60 R 16/02

テーマコード(参考)
H 5 H 1 1 5
G
6 2 0 Z

審査請求 未請求 請求項の数4 OL (全6頁)

(21)出願番号 特願2002-129895(P2002-129895)
(22)出願日 平成14年5月1日(2002.5.1)

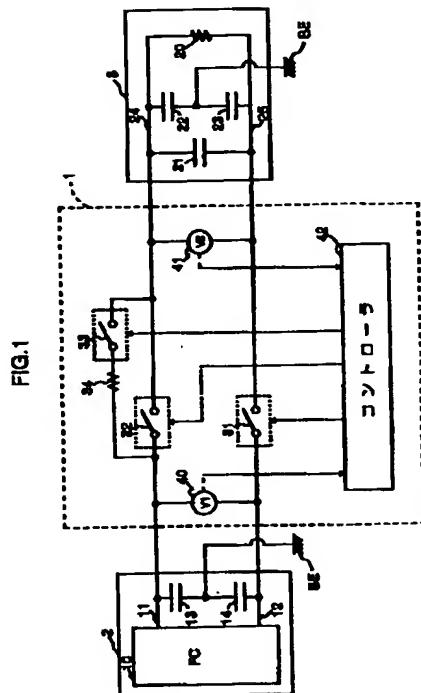
(71)出願人 000005326
本田技研工業株式会社
東京都港区南青山二丁目1番1号
(72)発明者 塙田 正
埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会
社本田技術研究所内
(74)代理人 100077805
弁理士 佐藤 長彦 (外1名)
Fターム(参考) S0115 P008 PC06 PG04 PI16 PI18
QN03 SE10 T013 T030 TR14
TU02

(54)【発明の名称】電気自動車における電源接続方法

(57)【要約】

【課題】電気負荷に備えられた平滑コンデンサをプリチヤージする際に、電池と電気負荷間の接続回路の故障が生じることを防止した電気自動車における電源接続方法を提供することを目的とする。

【解決手段】コントローラ42は、燃料電池2と電気負荷3を接続するときに、先ず、第3の開閉接点33を開成した後に第1の開閉接点31を開成して、電気負荷3に備えられた平滑コンデンサ21を充電するプリチャージ処理を行い、該アリチャージ処理の終了後、第3の開閉接点33を開成すると共に第2の開閉接点32を開成する直結処理を行って、燃料電池2と電気負荷3とを接続する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】車体から絶縁して設けられた電池と、車体から絶縁して設けられて直流電源ライン間に平滑コンデンサが接続された電気負荷とを備えた電気自動車において、該電池と該電気負荷とを接続する方法であって、前記電池の正極を電流制限用抵抗を介して前記電気負荷の正側の電源ラインと接続した後、前記電池の負極を前記電気負荷の負側の電源ラインと接続して、前記電池の正極から前記電流制限用抵抗を介して前記電気負荷の正側の電源ラインに供給される電流により前記平滑コンデンサを充電するプリチャージ処理と、

該プリチャージ処理の終了後、前記電池の負極を前記電気負荷の負側の電源ラインに接続すると共に、前記電池の正極を前記電流制限用抵抗を介さずに前記電気負荷の正側の電源ラインと接続する直結処理を行って、前記電池と前記電気負荷とを接続することを特徴とする電気自動車における電源接続方法。

【請求項2】前記電気自動車は、前記電気負荷の正負の電源ライン間の電圧を検出する電源電圧検出手段と、前記電池の負極と前記電気負荷の負側の電源ライン間の導通／遮断を切り替える第1の開閉手段と、前記電池の正極と前記電気負荷の正側の電源ライン間の導通／遮断を切り替える第2の開閉手段と、前記第2の開閉手段と並列に接続された第3の開閉手段と電流制限用抵抗とからなる直列回路とを備え、

前記プリチャージ処理を前記第3の開閉手段を閉成した後に前記第1の開閉手段を閉成して行った後、前記直結処理を前記第3の開閉手段を開成すると共に前記第2の開閉手段を閉成して行い、

前記プリチャージ処理において、前記第3の開閉手段を閉成する制御を行なったときに前記電源電圧検出手段の検出電圧が上昇したときには、前記第1の開閉手段が閉故障していると判断することを特徴とする請求項1記載の電気自動車における電源接続方法。

【請求項3】前記電気自動車は、前記電気負荷の正負の電源ライン間の電圧を検出する電源電圧検出手段と、前記電池の負極と前記電気負荷の負側の電源ライン間の導通／遮断を切り替える第1の開閉手段と、前記電池の正極と前記電気負荷の正側の電源ライン間の導通／遮断を切り替える第2の開閉手段と、前記第2の開閉手段と並列に接続された第3の開閉手段と電流制限用抵抗とからなる直列回路とを備え、

前記プリチャージ処理を前記第3の開閉手段を閉成した後に前記第1の開閉手段を閉成して行った後、前記直結処理を前記第3の開閉手段を開成すると共に前記第2の開閉手段を閉成して行い、

前記プリチャージ処理において、前記第1の開閉手段を閉成する制御を行なったときに前記電源電圧検出手段の検出電圧が上昇しなかったときには、前記第1の開閉手段と前記第3の開閉手段のうちの少なくともいずれか一方

10

2

が閉故障していると判断することを特徴とする請求項1記載の電気自動車における電源接続方法。

【請求項4】前記電気自動車は、前記電気負荷の正負の電源ライン間の電圧を検出する電源電圧検出手段と、前記電池の出力電圧を検出する電池電圧検出手段と、前記電池の負極と前記電気負荷の負側の電源ライン間の導通／遮断を切り替える第1の開閉手段と、前記電池の正極と前記電気負荷の正側の電源ライン間の導通／遮断を切り替える第2の開閉手段と、前記第2の開閉手段と並列に接続された第3の開閉手段と電流制限用抵抗とからなる直列回路とを備え、

前記プリチャージ処理を前記第3の開閉手段を開成した後に前記第1の開閉手段を開成して行った後、前記直結処理を前記第3の開閉手段を開成すると共に前記第2の開閉手段を開成して行い、

前記直結処理において、前記第2の開閉手段を開成する制御がなされたときに前記電源電圧検出手段の検出電圧と前記電池電圧検出手段の検出電圧が異なったときには、前記第2の開閉手段が閉故障していると判断することを特徴とする請求項1記載の電気自動車における電源接続方法。

20

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、電気自動車に備えられた電池と電気負荷とを接続する方法に関する。

【0002】

【従来の技術】例えば燃料電池のように出力電圧が高い電池を駆動源とする電気自動車においては、該燃料電池と該燃料電池から供給される電力により作動する電気負荷は、車体から絶縁して（浮かせて）搭載される。

30

【0003】図2(a)は、電気自動車の車体から絶縁して設けられた燃料電池50と電気負荷51とを接続するための回路構成を示したものであり、燃料電池50のセル52の正極53と車体アースBE間に静電容量55が存在し、負極56と車体アースBE間に静電容量56が存在する。

40

【0004】また、電気負荷51には、電力を消費する負荷抵抗60の他に正側の電源ライン64と負側の電源ライン64間に平滑コンデンサ61が備えられ、正側の電源ライン64と車体アースBE間に静電容量62が存在し、負側の電源ライン65と車体アースBE間に静電容量63が存在する。

【0005】そして、燃料電池50と電気負荷51とを接続するために、開閉接点70, 71, 73, 74と、これらの開閉接点の作動を制御するコントローラ80とが備えられている。開閉接点70, 71は燃料電池50と電気負荷51を直結するためのものであり、2接点リレーに備えられて同時に開閉する。一方、開閉接点73, 74は電気負荷51に備えられた平滑コンデンサ61をプリチャージするためのものであり、2接点リレー

3

に備えられて同時に開閉する。

【0006】ここで、燃料電池50と電気負荷51を接続する場合、開閉接点70, 71をいきなり閉成すると、燃料電池50から平滑コンデンサ61に過大な充電電流が流れ開閉接点70の溶着が生じるおそれがある。そこで、コントローラ80は、先ず、開閉接点73, 74を開成して燃料電池50の正極53から電流制限用抵抗72を介して平滑コンデンサ61に充電電流を供給し、平滑コンデンサ61を充電するプリチャージを行うようにしていた。

【0007】そして、平滑コンデンサ61を充電した後、開閉接点70, 71を開成すると共に開閉接点73, 74を開成して、燃料電池50と電気負荷51を直接接続することにより、平滑コンデンサ61に過大な充電電流が流れることを防止していた。

【0008】しかし、図2(a)に示した回路構成により平滑コンデンサ61のプリチャージを行った場合に、開閉接点74に過大な電流が流れ、開閉接点74の破損する場合があった。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、上記背景を鑑みてなされたものであり、電気負荷に備えられた平滑コンデンサをプリチャージする際に、電池と電気負荷を接続する開閉接点の故障が生じることを防止した電気自動車における電源接続方法を提供することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】本願発明者らは、上述した図2(a)に示した開閉接点74の破損が生じる要因を調査検討した結果、主として機械的な要因により2接点リレーに備えられた開閉接点73, 74の開閉タイミングにずれが生じると、開閉接点73, 74を開成して平滑コンデンサ61のプリチャージを行うときに、開閉接点74が開閉接点73よりも先に閉成した場合に、開閉接点74に過大な電流が流れ開閉接点74の溶着等が生じることを解明した。

【0011】具体的には、開閉接点74に過大な電流が流れる原因是、図2(b)を参照して、開閉接点74のみが閉成された場合、燃料電池50に存在する静電容量56から、車体アースBE、電気負荷51に存在する静電容量63、電気負荷51の負側の電源ライン65、及び開閉接点74を経由して燃料電池50の負極54に至る閉回路が形成され、そのため、静電容量56に充電されていた電荷が開閉接点74に流れ開閉接点74の溶着が生じるためであると考えられる。

【0012】そこで、本発明の電気自動車における電源接続方法は、車体から絶縁して設けられた電池と、車体から絶縁して設けられて直流電源ライン間に平滑コンデンサが接続された電気負荷とを備えた電気自動車において、該電池と該電気負荷とを接続する方法であって、前

4

記電池の正極を電流制限用抵抗を介して前記電気負荷の正側の電源ラインと接続した後、前記電池の負極を前記電気負荷の負側の電源ラインと接続して、前記電池の正極から前記電流制限用抵抗を介して前記電気負荷の正側の電源ラインに供給される電流により前記平滑コンデンサを充電するプリチャージ処理と、該プリチャージ処理の終了後、前記電池の負極を前記電気負荷の負側の電源ラインに接続すると共に、前記電池の正極を前記電流制限用抵抗を介さずに前記電気負荷の正側の電源ラインと接続する直結処理とを行って、前記電池と前記電気負荷とを接続することを特徴とする。

【0013】かかる本発明によれば、前記プリチャージ処理において、先ず前記電池の正極を電流制限用抵抗を介して前記電気負荷の正側の電源ラインと接続され、これにより、前記電池の正極と車体間の静電容量に充電されていた電荷が前記電流制限用抵抗を介して前記電気負荷の正側の電源ライン間の静電容量に流れるが、電流制限用抵抗により流れる電流が制限されるため、接続回路に過大な電流が流れ該接続回路の破損が生じることがない。そして、次に前記電池の負極と前記電気負荷の負側の電源ラインと接続され、これにより前記電流制限用抵抗により制限された電流により前記平滑コンデンサを充電することができる。

【0014】また、前記電気自動車が、前記電気負荷の正負の電源ライン間の電圧を検出する電源電圧検出手段と、前記電池の負極と前記電気負荷の負側の電源ライン間の導通/遮断を切り替える第1の開閉手段と、前記電池の正極と前記電気負荷の正側の電源ライン間の導通/遮断を切り替える第2の開閉手段と、前記第2の開閉手段と並列に接続された第3の開閉手段と電流制限用抵抗とからなる直列回路とを備え、前記プリチャージ処理を前記第3の開閉手段を開成した後に前記第1の開閉手段を開成して行った後、前記直結処理を前記第3の開閉手段を開成すると共に前記第2の開閉手段を開成して行う場合には、前記第1の開閉手段と前記第3の開閉手段の故障を検知することができる。

【0015】すなわち、前記プリチャージ処理において、前記第3の開閉手段を開成する制御を行なうったときに前記電源電圧検出手段の検出電圧が上昇したときは、前記第1の開閉手段が既に閉成された状態にあって、前記平滑コンデンサの充電が開始されたと判断することができる。そのため、この場合には、前記故障検知手段は、前記第1の開閉手段が閉故障状態にあると判断することができる。

【0016】また、前記プリチャージ処理において、前記第1の開閉手段を開成する制御を行なったときに前記電源電圧検出手段の検出電圧が上昇しなかったときは、前記第1の開閉手段と前記第3の開閉手段とのうちの少なくともいずれか一方が閉故障状態にあり、そのため前記平滑コンデンサの充電がなされていないと判断

することができる。そのため、この場合は、前記故障検知手段は前記第1の開閉手段と第3の開閉手段とのうちの少なくともいすれか一方が開故障状態にあると判断することができる。

【0017】さらに、前記電気自動車が前記電池の出力電圧を検出する電池電圧検出手段を備えた場合は、前記第2の開閉手段の故障を検知することができる。

【0018】すなわち、前記直結処理において、前記第2の開閉手段を閉成する制御がなされたときに前記電源電圧検出手段の検出電圧と前記電池電圧検出手段の検出電圧が異なるときには、前記第2の開閉手段が開故障状態にあるために、前記電池の正極と前記電気負荷の正側の電源ラインが導通した状態となっていないと判断することができる。そのため、この場合は、前記第2の開閉手段が開故障状態にあると判断することができる。

【0019】

【発明の実施の形態】本発明の実施の形態の一例について、図1を参照して説明する。図1は、電気自動車に備えられた燃料電池と電気負荷とを接続する電源接続装置の回路構成図である。

【0020】図3を参照して、電気自動車の電源接続装置1（以下、単に電源接続装置1という）は、燃料電池2（本発明の電池に相当する）を駆動源とする電気自動車に搭載されて、燃料電池2と電気負荷3（空調機器等の電装補機）の接続と遮断を行う。

【0021】燃料電池2と電気負荷3は電気自動車の車体から絶縁して設けられている。そのため、燃料電池セル10の正極11と車体アースBE間に静電容量13が存在し、燃料電池セル10の負極12と車体アースBE間に静電容量14が存在する。また、電気負荷3にも、正側の電源ライン24と車体アースBE間に静電容量22が存在し、負側の電源ライン25と車体アースBE間に静電容量23が存在する。さらに、電気負荷3の正側の電源ライン24と負側の電源ライン25間に、電源電圧の変動を抑制するための平滑コンデンサ21が備えられている。

【0022】ここで、燃料電池2と電気負荷3を常時接続状態とすると、電気負荷3が作動していないときにも燃料電池から電気負荷3に漏れ電流が流れ無駄な電流が消費される。そのため、電気負荷が作動していないときには燃料電池2と電気負荷3とを遮断して漏れ電流が流れることを防止し、電気負荷3を作動させるときのみ燃料電池2と電気負荷3を接続するため、電源接続装置1が備えられている。

【0023】電源接続装置1は、燃料電池2の負極12と電気負荷3の負側の電源ライン25間を導通／遮断する第1の開閉接点31（本発明の第1の開閉手段に相当する）、燃料電池2の正極11と電気負荷3の正側の電源ライン24間を導通／遮断する第2の開閉接点32（本発明の第2の開閉手段に相当する）、燃料電池2の

正極11と電気負荷3の正側の電源ライン24を電流制限用抵抗34を介して接続する第3の開閉接点33（本発明の第3の開閉手段に相当する）、燃料電池2の出力電圧を検出する電池電圧検出器40（本発明の電池電圧検出手段に相当する）、及び電気負荷3の正負の電源ライン24、25間の電圧を検出する電源電圧検出器41（本発明の電源電圧検出手段に相当する）を備えている。

【0024】そして、マイクロコンピュータやメモリ等により構成されたコントローラ42から出力される制御信号により、第1の開閉接点31、第2の開閉接点32、及び第3の開閉接点33の開閉状態が切り替えられ、電池電圧検出器40と電源電圧検出器41の電圧検出信号がコントローラ42に入力される。

【0025】ここで、第1の開閉接点31、第2の開閉接点32、及び第3の開閉接点33は、それぞれ別個のリレーに備えられた機械接点であり、各リレーの駆動コイルに通電されたときに閉成し、該駆動コイルへの通電が遮断されたときに開成する。そして、コントローラ42は、別個の制御信号により第1の開閉接点31、第2の開閉接点、及び第3の開閉接点の開閉状態を独立して切り替える。

【0026】次に、コントローラ42により燃料電池2と電器抵抗3とを接続する手順について説明する。

【0027】燃料電池2を電気抵抗3と接続して電器抵抗3を作動させるときに、第1の開閉接点31と第2の開閉接点32を直ちに閉成して、燃料電池2と電気抵抗3を直接接続すると、燃料電池2の正極11から第2の開閉接点32を介して、インピーダンスの低い平滑コンデンサ21に過大な電流が流れ、第2の開閉手段32に溶着等が生じて第2の開閉接点32が故障してしまう。

【0028】そこで、コントローラ42は、先に平滑コンデンサ21を充電するプリチャージ処理を行った後に、燃料電池2と電気負荷3を直接接続する直結処理を行うことによって、燃料電池2から電気負荷3に過大な電流が流れることを防止している。

【0029】プリチャージ処理において、コントローラ42は、先ず第3の開閉接点33を閉成する。これにより、燃料電池2の正極11から、電流制限用抵抗34、正側の静電量22、車体アースBE、及び燃料電池2の負極12側の静電容量14を介して電流が流れるが、この電流は電流制限用抵抗34により制限されるため、過大な電流が第3の開閉接点33を流れることはなく、第3の開閉接点33の溶着等の故障が生じることはない。なお、第3の開閉接点33と電流制限用抵抗34により、本発明の直列回路が構成される。

【0030】そして、次に、コントローラ42は、第1の開閉接点31を閉成し、これにより、燃料電池2の正極11から電流制限用抵抗34を介して供給される電流により平滑コンデンサ21が充電される。

【0031】ここで、第3の開閉接点33を閉成してから第1の開閉接点31を閉成するまでの時間間隔は、静電容量14.23に充電された電荷が放電されるのに十分な時間として、例えば0.5~1.0秒に設定されている。

【0032】コントローラ42は、電源電圧器41の検出電圧から平滑コンデンサ21の充電完了を検知したときにプリチャージ処理を終了し、第3の開閉接点33を開成すると共に第2の開閉接点32を閉成して、燃料電池2と電気負荷3を直接（電流制限用抵抗を介すことなく）接続する直結処理を行う。

【0033】以上説明したプリチャージ処理と直結処理を行うことによって、燃料電池2と電気負荷3とを接続する際に、燃料電池2から電気負荷3に過大な電流が流れ、電流経路中に故障が生じることを防止することができる。

【0034】また、コントローラ42は、上述したプリチャージ処理及び直結処理において、第1の開閉接点31、第2の開閉接点32、及び第3の開閉接点33の故障検知を行う。

【0035】先ず、プリチャージ処理において、コントローラ42は、第3の開閉接点33を開成したときの電源電圧検出器41の検出電圧の上昇の有無を確認する。第3の開閉接点33を開成したときに、第1の開閉接点31が閉成状態であれば、平滑コンデンサ21は充電されないために電源電圧検出器41の検出電圧は上昇しない。

【0036】一方、第3の開閉接点33を開成したときに、第1の開閉接点31が閉成状態にあったときに、平滑コンデンサ21が充電されるため、電源電圧検出器41の検出電圧は上昇する。そこで、コントローラ42は、電源電圧検出器41の検出電圧の上昇を検知したときには、第1の開閉接点31の閉成状態にあると判断して故障報知（運転席のディスプレイへのエラー表示やブザーの鳴動等）を行う。

【0037】また、プリチャージ処理において、コントローラ42は、第3の開成接点33を開成し、続いて第1の開成接点31を開成したときの電源電圧検出器41の検出電圧の上昇の有無を確認する。コントローラ42が第1の開成接点31と第3の開成接点33を開成する制御信号を出したときに、第1の開成接点31と第3の開成接点33が共に正常に作動して閉成されれば、平滑コンデンサ21が充電されるために電源電圧検出器41の検出電圧が上昇する。

【0038】一方、第1の開成接点31と第3の開成接点33のうちの少なくともいづれか一方が閉成状態にあるときには、平滑コンデンサ21が充電されないため、電源電圧検出器41の検出電圧は上昇しない。そこで、コントローラ42は、電源電圧検出器41の検出電圧の上昇を検知したときには、第1の開成接点31と第3の開成接点33のうちの少なくともいづれか一方が閉成状態にあるときには、平滑コンデンサ21が充電されないため、電源電圧検出器41の検出電圧は上昇しない。そこで、コントローラ42は、電源電圧検出器41の検出電圧の上昇を検知したときには、第1の開成接点31と第3の開成接点33のうちの少なくともいづれか一方が閉成状態にあるときには、平滑コンデンサ21が充電されないため、電源電圧検出器41の検出電圧は上昇しない。

3の開成接点33とのうちの少なくともいづれか一方が閉成状態にあると判断して故障報知を行う。

【0039】また、上述した直結処理において、コントローラ42は、第3の開成接点を開成して第2の開成接点32を開成したときに、電池電圧検出器40の検出電圧（V1）と電源電圧検出器41の検出電圧（V2）が等しくなるか否かを確認する。

【0040】コントローラ42が第2の開成接点32を開成する制御信号を出したときに、第2の開成接点32が正常に作動して閉成状態となれば、第1の開成接点31は既に閉成された状態にあるので、電池電圧検出器40と電源電圧検出器41の正側及び負側の端子同士が導通状態となるため、電池電圧検出器40の検出電圧（V1）と電源電圧検出器41の検出電圧（V2）は等しくなる。

【0041】一方、第2の開成接点32が閉成状態であるときには、電池電圧検出器40と電源電圧検出器41の正側の端子が導通状態とならないため、電池電圧検出器40の検出電圧（V1）と電源電圧検出器41の検出電圧（V2）は等しくならない。そこで、コントローラ42は、電池電圧検出器40の検出電圧（V1）と電源電圧検出器41の検出電圧（V2）が異なるときに、第2の開成接点32が閉成状態にあると判断して故障報知を行う。

【0042】なお、本実施の形態では、本発明の電池として燃料電池を示したが、電気自動車の車体から絶縁して搭載される電池と電気負荷を接続する場合であれば、他の種類の電池であっても、本発明の適用が可能である。

【0043】また、本実施の形態では、本発明の第1の開成手段、第2の開成手段、及び第3の開成手段としてリレー接点を用いたが、トランジスタやFET等の無接点の開成手段を用いる場合であっても、本発明の適用が可能である。

【0044】また、本実施の形態では、上述したプリチャージ処理及び直結処理において、開成接点の故障の有無を検知する処理を行ったが、該処理を行わない場合であっても、本発明の効果を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】電気自動車に備えられた燃料電池と電気負荷とを接続する本発明の電源接続装置の回路構成図。

【図2】電気自動車に備えられた燃料電池と電気負荷とを接続する従来の電源接続装置の回路構成図。

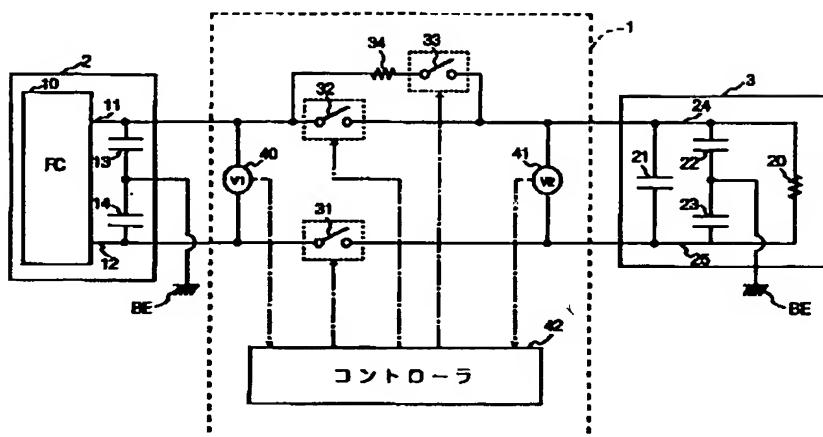
【符号の説明】

1…電気自動車の電源接続装置、2…燃料電池、3…電気負荷、11…燃料電池の正極、12…燃料電池の負極、13, 14…燃料電池の静電容量、21…平滑コンデンサ、22, 23…電気負荷の静電容量、24…電気負荷の正側の電源ライン、25…電気負荷の負側の電源ライン、31…第1の開成接点、32…第2の開成接点

点、3.3…第3の開閉接点、3.4…電流制限用抵抗、4.0…電池電圧検出器、4.1…電源電圧検出器、4.2…コントローラ

【 1】

FIG.1



【図2】

FIG.2(a)

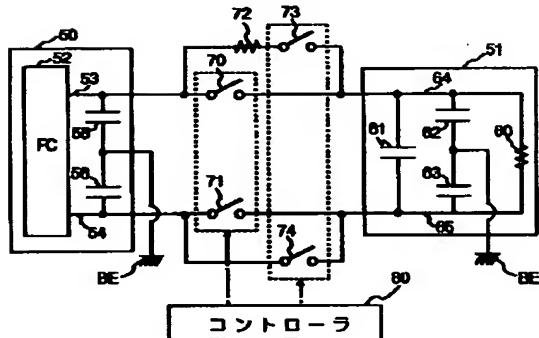
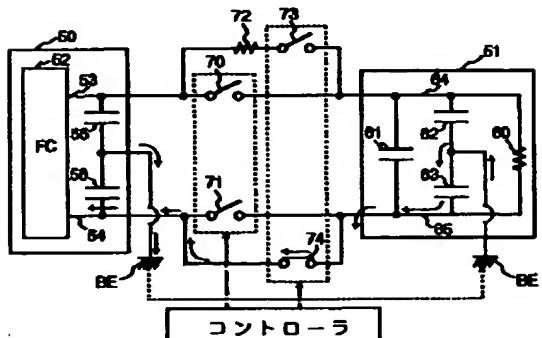


FIG.2(b)



PAT-NO: JP02003324801A
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 2003324801 A
TITLE: METHOD OF CONNECTING POWER SOURCE IN ELECTRIC
VEHICLE
PUBN-DATE: November 14, 2003

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
SHIMADA, TADASHI	N/A

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
HONDA <u>MOTOR</u> CO LTD	N/A

APPL-NO: JP2002129895

APPL-DATE: May 1, 2002

INT-CL (IPC): B60L003/00, B60L011/18 , B60R016/02

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a method of connecting a power source in an electric vehicle which prevents the fault in a connection circuit between a battery and electric load from occurring, when precharging a smoothing capacitor installed in the electric load.

SOLUTION: A controller 42 performs the precharge treatment for charging the smoothing capacitor 21 installed in the electric load 3, by closing a first opening and closing contact 31 after closing a third opening and closing contact 33 in the first place, when connecting a fuel cell 2 with the electric load 3; and after the finishing of that precharge treatment, the controller 42 opens the third opening and closing contact 33 and also closes a

second opening
and closing contact 32, thereby connecting the fuel cell 2 with the
electric
load 3.

COPYRIGHT: (C) 2004, JPO